

## 明細書

## 有機EL素子および表示装置

## 5 技術分野

本発明は、陽極と陰極との間に複数の発光層を含む有機層を狭持してなる有機EL素子、および有機EL素子を用いた表示装置に関する。

## 10 背景技術

近年、プラウン管（C R T）に代わる表示装置として、軽量で消費電力の小さいフラット表示装置（ディスプレイ）の研究、開発が盛んに行われている。このうち、無機EL（Electroluminescence）素子や有機EL素子などの自発光型の表示素子（いわゆる発光素子）を用いた表示装置は、低消費電力での駆動が可能な表示装置として注目されている。

このような発光素子を用いた表示装置をフルカラー化する構成の一つに、白色発光する有機EL素子と、青、緑、または赤の波長領域の光のみを透過させる各カラーフィルタを組み合わせた構成がある。また、白色発光する有機EL素子としては、正孔輸送層側から青色発光層、緑色発光層、赤色発光層を順次積層した3波長の発光成分を有する構成のものが開示されている（特開平10-3990号公報（特に第1図参照）参照）。

しかしながら、上述した構成の白色発光有機EL素子は、電流値による発光スペクトルの変化が大きく、また発光効率、輝度半減寿命が表示装置用途には不足しているものであった。また、青、

緑、および赤の波長領域においての発光強度のバランスが十分ではなく、このような有機EL素子を用いても、CRTと同程度に色再現性の良好な表示装置を得ることはできなかった。

そこで本発明は、フルカラーの表示装置に適したバランスの良い赤、緑、青3色の発光成分をもち、かつ高効率で長時間の安定した発光が可能な有機EL素子、および色再現性に優れた長時間駆動が可能な表示装置を提供することを目的としている。

### 発明の開示

10 このような目的を達成するための本発明の有機EL素子は、陽極と陰極との間に狭持させた有機層の構成が特徴を有している。すなわち、有機層を構成する発光層が、陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層してなる。

15 このような構成の有機EL素子では、陽極から注入された正孔は、赤色発光層側から発光層内に供給される。一方、陰極から注入された電子は、青色発光層側から発光層内に供給される。このため、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子とが結合する領域、すなわち発光領域は、赤、緑、青それぞれの発光層内となり、各発光層から対応する波長の光が発せられる。そして20 特に、陽極側から赤色発光層、緑色発光層、青色発光層の順に積層されたことにより、正孔と電子の注入および発光領域の制御が可能な構成とすることができます、また、正孔輸送層側から青色発光層、緑色発光層、赤色発光層の順に積層した場合に比べて発光効率が高く、輝度半減時間も長い構成とすることができます。

25 このような有機EL素子においては、赤色発光層が正孔輸送性を有していることとする。これにより、陽極側から注入された正

孔の一部は赤色発光層内で赤色発光に寄与し、残りは、さらに陰極側に配置された緑色発光層や青色発光層に供給されて発光に寄与する。

このような赤色発光層に含まれる正孔輸送材料としては、通常、  
5 陽極と発光層との間に設けられる正孔輸送層を構成する正孔輸送材料でも良いが、正孔輸送性を持つ赤色発光材料（正孔輸送性赤色発光材料）であればさらに好ましい。これにより、高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。このような正孔輸送性赤色発光材料としては、例えばスチリルアリーレン系材料が利用可能であり、特には特開2001-110570号公報や特開  
10 2002-226722号公報に記載のスチリルアリーレン系の材料が好ましく用いられる。これらの材料は高効率で輝度半減時間が長く、高濃度ドープが可能である。さらに正孔輸送性を有しているため、赤色発光層のホスト材料が電子輸送性であっても、  
15 赤色発光層に適当な正孔輸送性を持たせることができる。しかも、上述したスチリルアリーレン系の材料は、上述したようにドーパントとして高濃度ドープが可能であることから最も高い正孔輸送性が得られるため、最も陽極側に用いることにより、陰極側に設けられた緑色発光層に確実に正孔を供給できる。  
20 また、このような有機EL素子において、緑色発光層は正孔と電子の両方の電荷輸送性を有していることとする。これにより、赤色発光層から注入された正孔は一部が緑色発光層内で発光に寄与し、残りはさらに陰極側に配置された青色発光層に輸送される。またこれと共に、陰極側の青色発光層から電子が注入された場合にはその一部が緑色発光層内で発光に寄与し、残りは赤色発光層に輸送される。このように、緑色発光層が両電荷輸送性を有

することにより、赤、緑、青のそれぞれの発光層から十分な発光を得ることができる。

このような緑色発光層に両電荷輸送性を持たせる方法としては（1）両電荷輸送性ホストに緑色発光材料をドープする、（2）正孔輸送性ホストに電子輸送性緑色発光材料をドープする、（3）電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドープする、（4）正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに緑色発光材料をドープする、等の方法が考えられる。このとき、緑色発光層内の正孔輸送材料としては正孔輸送層に用いる正孔輸送材料でもよい。また、緑色発光層内の電子輸送材料としては青色発光層に用いる電子輸送性ホスト材料でもよい。緑色発光材料はたとえばクマリン系やキナクリドン系の材料でよく、また、アリールアミン系であってもよいが、これらに制限されるものではない。

そして、このような有機EL素子において、青色発光層は電子輸送性を有していることとする。これにより、陰極側から注入された電子の一部は青色発光層内で青色発光に寄与し、残りは陽極側に配置された緑色発光層、さらには赤色発光層に輸送されることで緑色発光、および赤色発光に寄与する。

また特に、青色発光層は、陽極側（緑色発光層側）から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層とを積層してなる構成としても良い。これにより、緑色発光層から供給された正孔を青色発光層内の広い領域に効率よく運ぶことができ、高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。

このような青色発光層に両電荷輸送性を持たせる方法としては（1）両電荷輸送性ホストに青色発光材料をドープする、（2）正孔輸送性ホストに電子輸送性青色発光材料をドープする、（3）

電子輸送性ホストに正孔輸送性青色発光材料をドープする、(4)正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに青色発光材料をドープする、等の方法が考えられる。

そして、以上の構成の有機EL素子において、赤色発光層が正孔輸送性を有し、緑色発光層が両電荷輸送性を有し、かつ青色発光層が電子輸送性を有していることで、赤、緑、青それぞれの発光成分を持つ発光が得られる。また、これらの各発光色の強度比は赤、緑、青それぞれの正孔と電子の輸送性のバランスを膜厚、混合比等で調整することができる。

また、本発明の表示装置は、上述した有機EL素子の光取り出し面側にカラーフィルタを設けたことを特徴としている。

このような表示装置によれば、各発光色のバランスに優れた複数の有機EL素子に各色のカラーフィルタを組み合わせることにより、青、緑、および赤の波長領域の光をバランス良く取り出すことができる。

以上説明したように本発明の有機EL素子によれば、赤、緑、青の3色の波長領域の光を、バランス良く高効率で長時間安定して発光させることが可能となる。したがって、この有機EL素子をカラーフィルタと組み合わせることにより、色再現性に優れた長時間駆動が可能な表示装置を構成することが可能になる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、実施形態の有機EL素子の構成を示す断面図である。

第2図は、実施形態の有機EL素子の他の構成を示す断面図である。

第3図は、実施例1で作製した有機EL素子の発光スペクトル

図である。

第4図は、実施例2で作製した有機EL素子の発光スペクトル図である。

##### 5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の有機EL素子の構成を図面に基づいて詳細に説明する。第1図および第2図は、本発明の有機EL素子を模式的に示す断面図である。

これらの図に示す有機EL素子1, 1'は、例えば表示装置を構成する基板2の各画素に設けられたものであり、基板2側から順に、陽極3、有機層4および陰極5を積層してなり、保護膜6で気密に覆われた構成となっている。特に、第1図に示す有機EL素子1は、この有機EL素子1で発光した発光光hを基板2と反対側から取り出す、いわゆるトップエミッション型として構成されている。一方、第2図に示す有機EL素子1'は、この有機EL素子1'で発光した発光光hを基板2側から取り出す、いわゆるボトムエミッション型として構成されている。

次に、これらの有機EL素子1, 1'を構成する各部の詳細な構成を、基板2、陽極3、陽極3と対をなす陰極5、これらの陽極3と陰極5との間に狭持された有機層4の順に説明する。

##### <基板>

先ず、基板2は、ガラス、シリコン、プラスチック基板、さらにはTFT (thin film transistor) が形成されたTFT基板などからなり、特に第2図に示すボトムエミッション型の有機EL素子の場合には、この基板2は光透過性を有する材料で構成されることとする。また、有機EL素子1, 1'

を他の表示素子と組み合わせて用いる場合には、他の表示素子と基板を共用することもできる。

#### ＜陽極＞

そして、この基板2上に設けられた陽極3は、仕事関数の大きな導電性材料で構成されていることとする。仕事関数の大きな導電性材料としては、たとえば、ニッケル、銀、金、白金、パラジウム、セレン、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、レニウム、タングステン、モリブデン、クロム、タンタル、ニオブやこれらの合金、あるいは酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、酸化インジウム錫(ITO: Indium tin oxide)、酸化亜鉛、酸化チタン等がある。

#### ＜陰極＞

一方、この陽極3と電源8を介して接続されている陰極5は、仕事関数が小さな導電性材料を用いて構成されている。このような導電性材料としては、例えば、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金、或いはこれらを積層した構造を使用できる。また、有機層4との間に例えば、Li、Mg、Ca等の活性な金属とフッ素、臭素等のハロゲンや酸素等との化合物層を薄く挿入した構造としても良い。

そして、これらの陽極3および陰極5のうち、この有機層4で生じた発光光hを取り出す側となる電極は、上述した材料の中から光透過性を有する材料を適宜選択して用いることとし、用途に合った光透過率が得られるようにその膜厚が調整されていることとする。一方、他方の電極には、反射率の良好な材料を適宜選択して用いることとする。

また、陽極3および陰極5は、この有機EL素子1, 1'によって構成される表示装置の駆動方式によって適する形状にパタ

ーニングされていることとする。例えば、この表示装置の駆動方式が単純マトリックス型である場合には、この陽極 3 および陰極 5 は互いに交差するストライプ状に形成され、これらが交差した部分が有機 E L 素子 1, 1' となる。また、表示装置の駆動方式 5 が画素毎に T F T を備えたアクティブマトリックス型である場合には、陽極 3 は複数配列された各画素に対応させてパターン形成され、同様に各画素に設けられた T F T に対して、これらの T F T を覆う層間絶縁膜に形成されたコンタクトホール（図示省略）を介してそれぞれが接続される状態で形成されることとする。 10 一方、陰極 5 は、基板 2 上の一面を覆う状態で成膜されたベタ膜状に形成されて良く、各画素に共通の電極として用いられることがある。ただし、表示装置の駆動方式としてアクティブマトリックス型を採用する場合には、第 1 図に示したトップエミッション型の有機 E L 素子 1 を用いることで素子の開口率を向上させること 15 ができるので好ましい。

#### <有機層>

そして、これらの陽極 3 と陰極 5 との間に狭持される有機層 4 は、陽極 3 側から順に、正孔輸送層 1 0、赤色発光層 1 1、緑色発光層 1 2、青色発光層 1 3、電子輸送層 1 4 を積層してなる。 20 以下、これらの各層 1 0 – 1 4 の構成を、陽極 3 側から順次説明する。

#### <正孔輸送層>

先ず、陽極 3 上に設けられる正孔輸送層 1 0 は、正孔を輸送するように設計された層である。この正孔輸送層 1 0 は、正孔輸送性能を向上させるために、複数種の正孔輸送材料を積層した構成であっても良い。 25

この正孔輸送層 10 を形成する材料（正孔輸送性材料）としては、例えばベンジジン又はその誘導体、スチリルアミン又はその誘導体、トリフェニルメタン又はその誘導体をはじめ、ポルフィリン又はその誘導体、トリアゾール又はその誘導体、イミダゾール又はその誘導体、オキサジアゾール又はその誘導体、ポリアリールアルカン又はその誘導体、フェニレンジアミン又はその誘導体、アリールアミン又はその誘導体、オキサゾール又はその誘導体、アントラセン又はその誘導体、フルオレノン又はその誘導体、ヒドラゾン又はその誘導体、スチルベン又はその誘導体、フタロシアニンまたはその誘導体、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物、アニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマー、ポリマー等が挙げられる。

このような正孔輸送性材料の具体的な例としては、 $\alpha$ -ナフチルフェニルジアミン ( $\alpha$ -N P D)、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、4, 4', 4" -トリメチルトリフェニルアミン、4, 4', 4" -トリス (3-メチルフェニルフェニルアミノ) トリフェニルアミン (m-M T D A T A)、N, N, N', N' -テトラキス (p-トリル) p-フェニレンジアミン、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ- p-トリルアミノスチルベン、ポリ (パラフェニレンビニレン)、ポリ (チオフェンビニレン)、ポリ (2, 2' -チエニルピロール) 等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

#### ＜赤色発光層＞

次に、この正孔輸送層 10 上に設けられた赤色発光層 11 は、正孔輸送層 10 から注入した正孔の一部がこの赤色発光層 11

内において再結合して赤色の発光を得られ、残りの発光に寄与しない正孔が緑色発光層12に輸送され、緑色および青色発光に寄与することが好ましい。

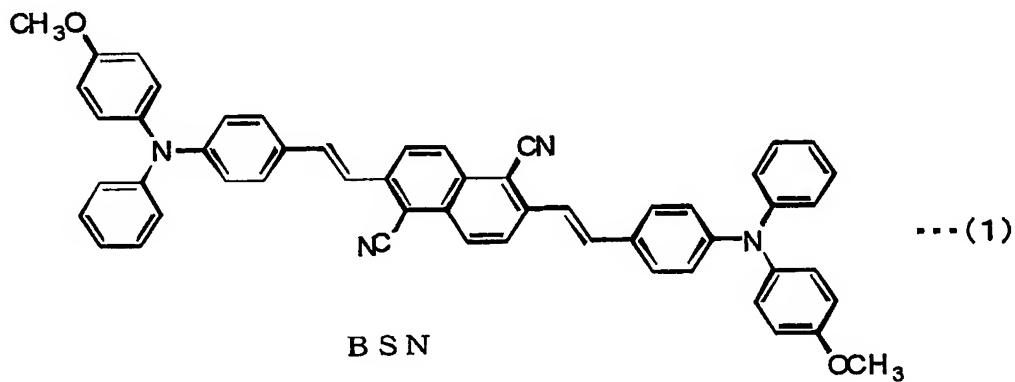
このような赤色発光層11は、a) 赤色発光材料（蛍光性または燐光性）、b) 正孔輸送性材料、c) 電子輸送性材料、さらにはd) 両電荷輸送性材料の中から適宜必要とされる材料を組み合わせて構成される。これらの各材料は、発光性能および正孔輸送性能が確保されるように、必要に応じて下記に示す各材料カテゴリーの中から単数または複数の材料を適宜選択して用いられる。

すなわち上記材料カテゴリーとしては、シクロペンタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、バソフェナントロリン誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、スチリルベンゼン誘導体、スチリルアリーレン誘導体、アミノスチリル誘導体、シロール誘導体、チオフェン環化合物、ピリジン環化合物、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、クマリン誘導体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、スクアリウム誘導体、ポルフィリン誘導体、スチリル系色素、テトラセン誘導体、ピラゾリン誘導体、トリフマニルアミン誘導体、アントラセン誘導体、ジフェニルアントラセン誘導体、ピレン誘導体、カルバゾール誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマー、アルミキノリノール錯体、ベンゾキノリノールペリリウム錯体、ベンゾオキサゾール亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、ユーロビウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体等、中心金属にAl、Zn、Be、Pt、Ir、Tb、Eu、Dy等の金属を有し、配位子にオキサジアゾール、チアジアゾー

ル、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造等を有する金属錯体等が例示される。

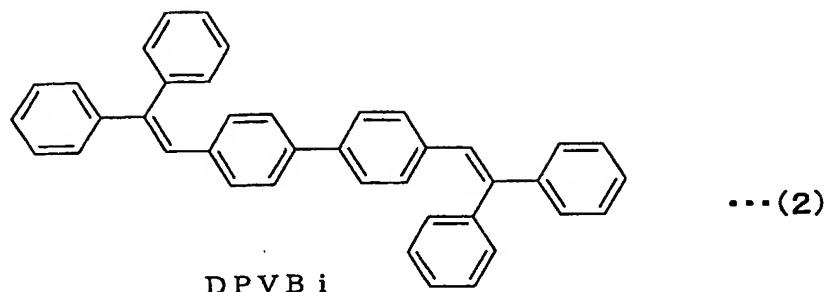
特に、a) 赤色発光材料の具体例としては、スチリルアリーレン誘導体である下記式(1)に示す Bis(aminostyryl)naphthalene (BSN) が挙げられる。このような、スチリルアリーレン系材料は特開 2001-106658 号公報に記載例があるが、ホスト材料に対して高濃度のドーピングが可能であり、トリフェニルアミン骨格を有するため正孔輸送性を有している。したがって、このような赤色発光材料を用いることで、効率的な赤色の発光と高い正孔輸送性を得ることができるために、この赤色発光層 1.1 を正孔輸送層 1.0 に接して成膜するのが好ましいのである。

式 (1)



また、b) 正孔輸送性材料の具体例としては  $\alpha$ -NPD、c) 電子輸送性材料の具体例としてはスチリルアリーレン誘導体である下記式(2)に示す 4, 4' - Bis(2, 2-diphenylvinyl)ethenyl - diphenyl (DPVB) が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

式 (2)



## &lt;緑色発光層&gt;

そして、この赤色発光層11上に設けられた緑色発光層12は、  
 5 正孔と電子の両方の電荷輸送性を有していることが好ましい。この特性によって赤色発光層11から注入された正孔の一部を緑色発光層12内で発光に寄与させ、残りを青色発光層13に輸送すると共に、青色発光層13側から注入された電子の一部を緑色発光層12内で発光に寄与させ、残りを赤色発光層11に輸送する。  
 10 これにより、赤、緑、青のそれぞれの発光層11, 12, 13から発光が得られるようになる。

このような緑色発光層12に両電荷輸送性を持たせる方法としては（1）両電荷輸送性ホストに緑色発光材料をドープする、  
 15 （2）正孔輸送性ホストに電子輸送性緑色発光材料をドープする、  
 （3）電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドープする、  
 （4）正孔輸送性材料と電子輸送性材料の混合ホストに緑色発光材料をドープする、等の方法が考えられる。このとき、緑色発光層12内の正孔輸送材料としては正孔輸送層に用いる正孔輸送材料でもよい。また、緑色発光層12内の電子輸送材料としては、  
 20 次に説明する青色発光層13を構成する電子輸送性ホスト材料を用いても良い。

このような緑色発光層12を構成する材料としては、上述した材料カテゴリーの中から単数または複数の材料が適宜選択して用いられる。

さらに、緑色発光層12は、正孔輸送層10側に赤色発光層11がある本発明の有機EL素子1においては、赤色発光層11と青色発光層13との間に設けるのが好ましい。これは、(1)赤色発光層11と青色発光層13が隣接する場合には青色発光層13でできた励起子のエネルギーは赤色発光11層に移動しやすく、青色の強度が得られにくいこと、(2)青色発光層13を赤色発光層11と緑色発光層12の間に設ける場合、励起子のエネルギーは赤色発光層11と緑色発光層12の両方に奪われてしまうこと、等の問題があるためである。また、両電荷輸送性の緑色発光層12の構成として、例えば電子輸送性ホストに正孔輸送性緑色発光材料をドープするような構成をとった場合は、有機層4を構成する各層の成膜において2元共蒸着で白色デバイスとして機能させることが可能であり、3元共蒸着のような複雑な製造プロセスが不要になるため好ましい。

#### ＜青色発光層＞

次いで、緑色発光層12上に設けられる青色発光層13は、電子輸送性を有していることとする。これにより、電子輸送層14から青色発光層13に注入された電子の一部は青色発光層13内で青色発光に寄与し、残りは緑色発光層12および赤色発光層11に輸送されることで緑色及び赤色発光に寄与する。

青色発光層13は、a)青色発光材料(蛍光性または燐光性)、b)正孔輸送性材料、c)電子輸送性材料、さらにはd)両電荷輸送性材料のなかから適宜必要とされる材料を組み合わせて構

成される。これらの各材料は、発光性能および正孔輸送性能が確保されるように、必要に応じて上述した各材料カテゴリーの中から単数または複数の材料が適宜選択して用いられる。

特に、a) 青色発光材料の具体例としては、ペリレンを挙げる  
5 ことができ、b) 正孔輸送性材料の具体例としては $\alpha$ -NPD、  
c) 電子輸送性材料の具体例としてはスチリルアリーレン誘導体  
である上記した式(2)のDPVBiが挙げられるが、これらに  
限定されるものではない。

また、青色発光層13は、緑色発光層12側から順に両電荷輸  
10 送性青色発光層と電子輸送性青色発光層とを積層した構成であ  
っても良い。青色発光層13をこのような積層構造とすることに  
より、青色発光層13内全体に効率よく正孔を運ぶことができ、  
高効率かつ安定的な色純度の高い発光が可能となる。青色発光層  
13に両電荷輸送性を持たせる方法としては(1)両電荷輸送性  
15 ホストに青色発光材料をドープする、(2)正孔輸送性ホストに  
電子輸送性青色発光材料をドープする、(3)電子輸送性ホスト  
に正孔輸送性青色発光材料をドープする、(4)正孔輸送性材料  
と電子輸送性材料の混合ホストに青色発光材料をドープする、等  
の方法が考えられる。

20 本発明の青色発光層13は、青色発光層13内で電荷の再結合  
により生じた励起子のエネルギーが、赤色発光層11や緑色発光  
層12に移動するのをなるべく小さくして青色発光層13において  
の発光に寄与する構成とするため、最も陰極5側に青色発光  
層13を設けるのが好ましい。

#### 25 <電子輸送層>

また、青色発光層13と陰極5との間に設けられた電子輸送層

14は、電子を輸送するように設計された層である。この電子輸送層14は、電子輸送性能を向上させるために、複数種の電子輸送材料を積層した構成であっても良い。

このような電子輸送性材料として使用可能な材料としては、8  
5 一ヒドロキシキノリンアルミニウム(A1q3)、8-ヒドロキシメチルキノリンアルミニウム、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ペリレン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、又はこれらの誘導体等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10 また、以上述べたような積層構造で構成された有機層4は、周知の方法にて合成された各有機材料を用いて、真空蒸着やスピニコートなどの周知の方法を適用して行うことができる。

以上説明した構成の有機EL素子1, 1'によれば、陽極3側から順に正孔輸送性を有する赤色発光層11、両電荷輸送性を有する緑色発光層12、および電子輸送性を有する青色発光層13を積層したことにより、赤、緑、青それぞれの発光成分を持つ発光光を取り出すことが可能になる。そして、特に、最も陽極3側を赤色発光層11としたことにより、高濃度でドープ可能な正孔輸送性赤色発光材料を用いて赤色発光層11を構成することで、赤色発光層11よりも陰極5側の緑色発光層12および青色発光層13に正孔を輸送し易い構成とすることができます。したがって、それぞれの発光層11, 12, 13において、バランスの良好で高効率な各色発光を得ることができ、長時間安定して発光させることが可能となる。

25 この結果、この有機EL素子1, 1'をカラーフィルタと組み合わせることにより、色再現性に優れたフルカラー表示が長時間

可能な表示装置を構成することが可能になる。

尚、有機EL素子1, 1' とカラーフィルタとを組み合わせてフルカラーの表示装置を構成する場合には、複数の有機EL素子1, 1' のそれぞれの光取り出し面側に、青、緑、赤の波長領域の光のみを透過するカラーフィルタを設けた構成とする。これにより、各有機EL素子1, 1' の光取り出し面側からは、各色カラーフィルタを通過することにより、青、緑、または赤のそれぞれの波長領域の光がバランス良く取り出され、再現性の良好なフルカラー表示が可能になる。

尚、以上説明した実施形態においては、基板2上に陽極3を設け、この陽極3上に有機層4および陰極5を積層した構成の有機EL素子1, 1' の構成を説明した。しかしながら、本発明は、基板2上に陰極を設け、この陰極上に有機層および陽極をこの順に積層した構成の有機EL素子にも適用可能である。この場合、有機層を構成する発光層は、陰極側となる下層から順に青色発光層、緑色発光層、赤色発光層の順に積層されていることが必須である。また、このような構成の場合でも、陰極および陽極の材料や膜厚を適宜選択することで、トップエミッション型およびボトムエミッション型の両方の構成が可能であり、上述した有機EL素子1, 1' と同様の効果を得ることができる。

#### 実施例 1

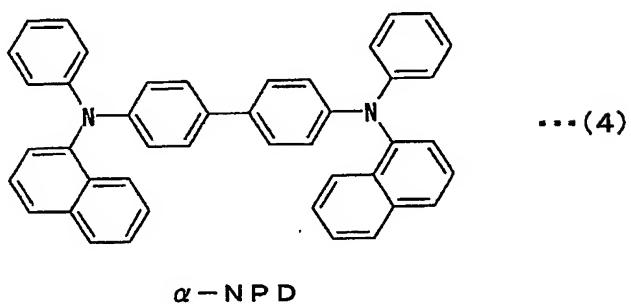
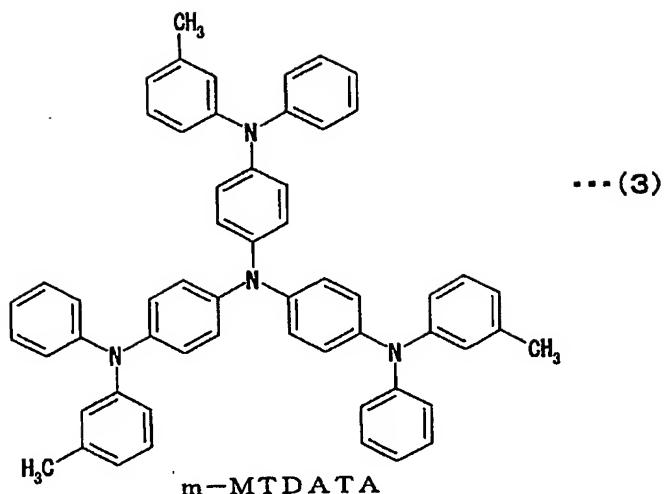
実施例1では、第2図を用いて説明したボトムエミッション型の有機EL素子1' を次のように作製した。

まず、30mm×30mmのガラス板からなる基板2上に、陽極3としてITO(膜厚約100nm)を形成し、さらに感光性有機絶縁材料により陽極3の中央部の2mm×2mmの発光領

域以外を絶縁膜（図示省略）でマスクした有機EL素子用のセルを作製した。次に、開口を有する金属マスクを、各発光領域となる陽極3（ITO）の露出部上に開口を合わせた状態で基板2上に近接して配置し、 $10^{-4}$ Pa以下の真空下での真空蒸着法により、以下の有機層を順次形成した。  
5

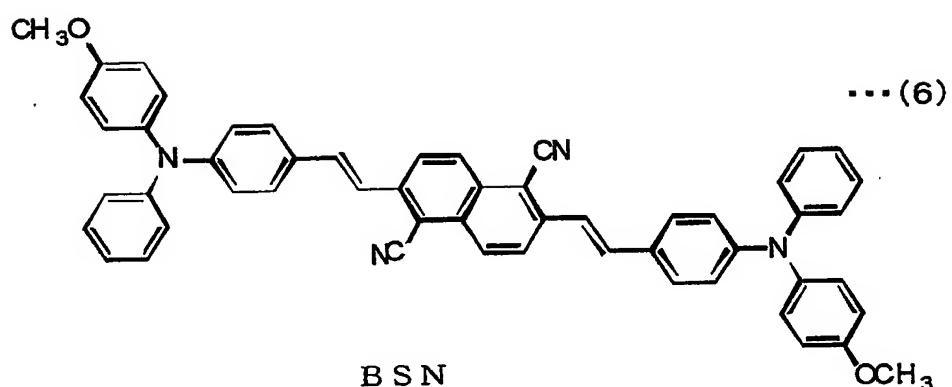
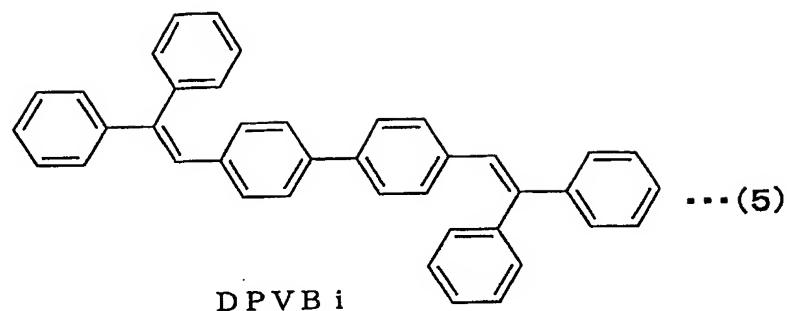
先ず、正孔輸送層10として下記式（3）に示すm-MTDA-TA（4, 4', 4"）トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミンを20nmの厚さで成膜し、次いで下記式（4）に示す $\alpha$ -NPD（ $\alpha$ -ナフチルジアミン）Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidineを20nmの厚さで成膜した。蒸着レートは0.1nm/秒とした。  
10

式（3）、式（4）



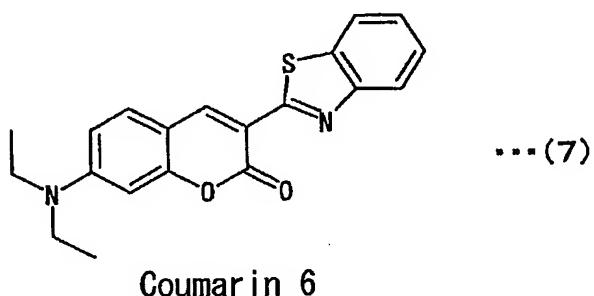
次に、赤色発光層 11として、下記式(5)に示すDPVBi  
5 をホストとして赤色発光材料として下記式(6)に示すBASNを  
30%ドープした共蒸着膜を5nmの厚さで成膜した。蒸着レ  
トは0.2nm/秒とした。

式(5)、式(6)



その後、緑色発光層 1 2 として、上記した DPVBi :  $\alpha$  - NPD = 1 : 1 の比率のホストに、緑色発光材料として下記式(7)に示すクマリン 6 を 1 % ドープした共蒸着膜を 10 nm の厚さで成膜した。蒸着レートは 0.2 nm / 秒とした。

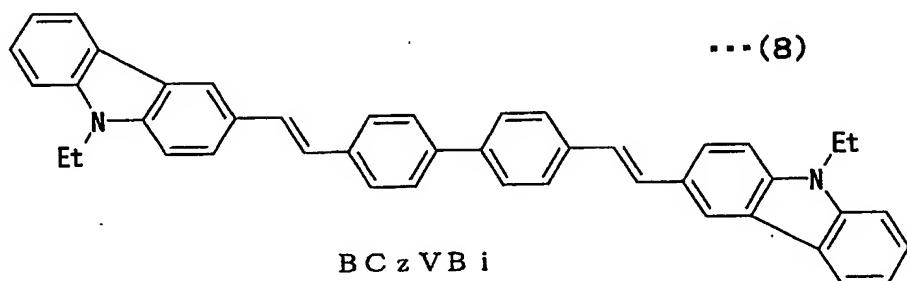
式 (7)



さらに、青色発光層 1 3 として、上記した DPVBi をホスト

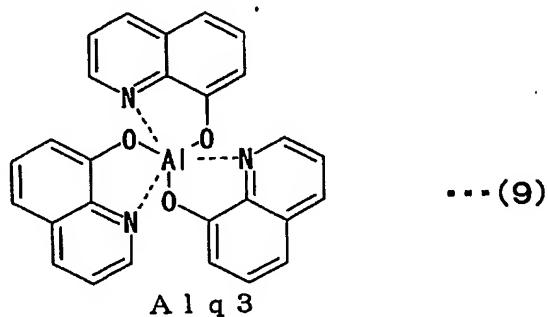
として青色の発光材料として、下記式(8)に示す4,4'-(bis(9-ethyl-3-carbazovinylene)-1,1'-biphenyl (BCzVBi)を3%ドープした共蒸着層を30nmの厚さで成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。

式(8)



次いで、電子輸送層14として、下記式(9)に示すAlq3を20nmの厚さで成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。

式(9)



次に、陰極5として、MgとAgの共蒸着比10:1の薄膜を50nmの膜厚で成膜し、さらにAgを150nmの厚さに形成した。蒸着レートは0.5nm/秒とした。

以上により作製した実施例1の有機EL素子の発光スペクト

ルを第3図に示す。この図に示すように、実施例1の有機EL素子からは、青、緑、赤それぞれの発光成分が得られることが確認された。また、電流密度 $25\text{ mA/cm}^2$ で、輝度 $1311\text{ cd/m}^2$ 、CIE色度(0.392, 0.390)の発光が、発光面においてムラ無く均一に得られた。

## 実施例2

実施例2では、白色発光のバランスをとるため、実施例1の青色発光層13を以下に示す両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性発光層の2層からなる構成に変えた有機EL素子1'を作製した。

実施例2における有機EL素子の作製は、上述した実施例1の製造手順において、青色発光層13を下記の手順で形成したこと以外は、実施例1と同様の手順で有機EL素子1'を作製した。すなわち、先ず、上記した $\text{DPVBi} : \alpha - \text{NPD} = 1 : 1$ の比率のホストに、青色発光材料として上記した $\text{BCzVBi}$ を3%ドープした共蒸着膜を $10\text{ nm}$ の厚さで成膜した。その後、上記した $\text{DPVBi}$ をホストとして青色の発光材料として、上記した $\text{BCzVBi}$ を3%ドープした共蒸着層を $20\text{ nm}$ の厚さで成膜し、積層構造の青色発光層13を得た。

以上により作製した実施例2の有機EL素子の発光スペクトルを第4図に示す。この図に示すように、実施例2の有機EL素子からは、青、緑、赤それぞれの発光成分が得られることが確認された。また、電流密度 $25\text{ mA/cm}^2$ で、輝度 $1126\text{ cd/m}^2$ 、CIE色度(0.372, 0.334)の発光が、発光面においてムラ無く均一に得られた。

また、第3図の発光スペクトルと第4図の発光スペクトルとを

比較し、青色発光層 1 3 を 2 層構造とした実施例 2 の有機 E L 素子の方が、青色発光層 1 3 が単層構造の有機 E L 素子よりも青色成分が大きく、より白色発光としてバランスの取れた発光が得られることが確認された。

## 請求の範囲

1. 陽極と陰極との間に複数の発光層を含む有機層を狭持してなる有機EL素子において、前記発光層は、前記陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層してなることを特徴とする有機EL素子。  
5
2. 請求の範囲第1項記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。
3. 請求の範囲第2項記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性発光材料を含むことを特徴とする、有機EL素子。  
10
4. 請求の範囲第1項記載の有機EL素子において、前記緑色発光層が両電荷輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。
5. 請求の範囲第1項記載の有機EL素子において、前記青色発光層が電子輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。  
15
6. 請求の範囲第1項記載の有機EL素子において、前記青色発光層が、前記陽極側から順に両電荷輸送性青色発光層と電子輸送性青色発光層と積層してなることを特徴とする有機EL素子。
7. 請求の範囲第1項記載の有機EL素子において、前記赤色発光層が正孔輸送性を有し、前記緑色発光層が両電荷輸送性を有し、前記青色発光層が電子輸送性を有することを特徴とする有機EL素子。  
20
8. 白色発光する有機EL素子の光取り出し面側にカラーフィルタを設けてなる表示装置において、
- 25 前記有機EL素子は、陽極と陰極との間に複数の発光層を含む有機層を狭持してなり、

前記発光層が、前記陽極側から順に赤色発光層、緑色発光層、  
青色発光層を積層してなる  
ことを特徴とする表示装置。

1/4

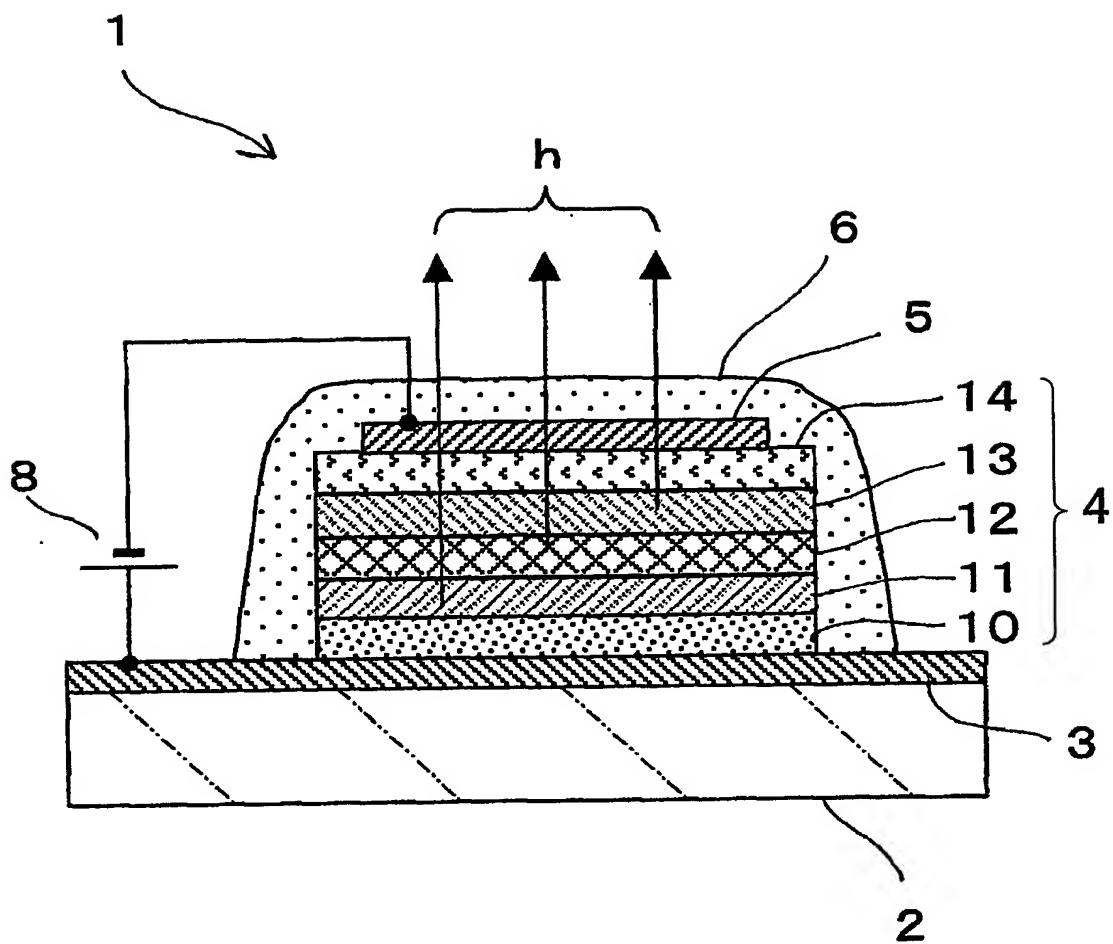


Fig.1

2/4

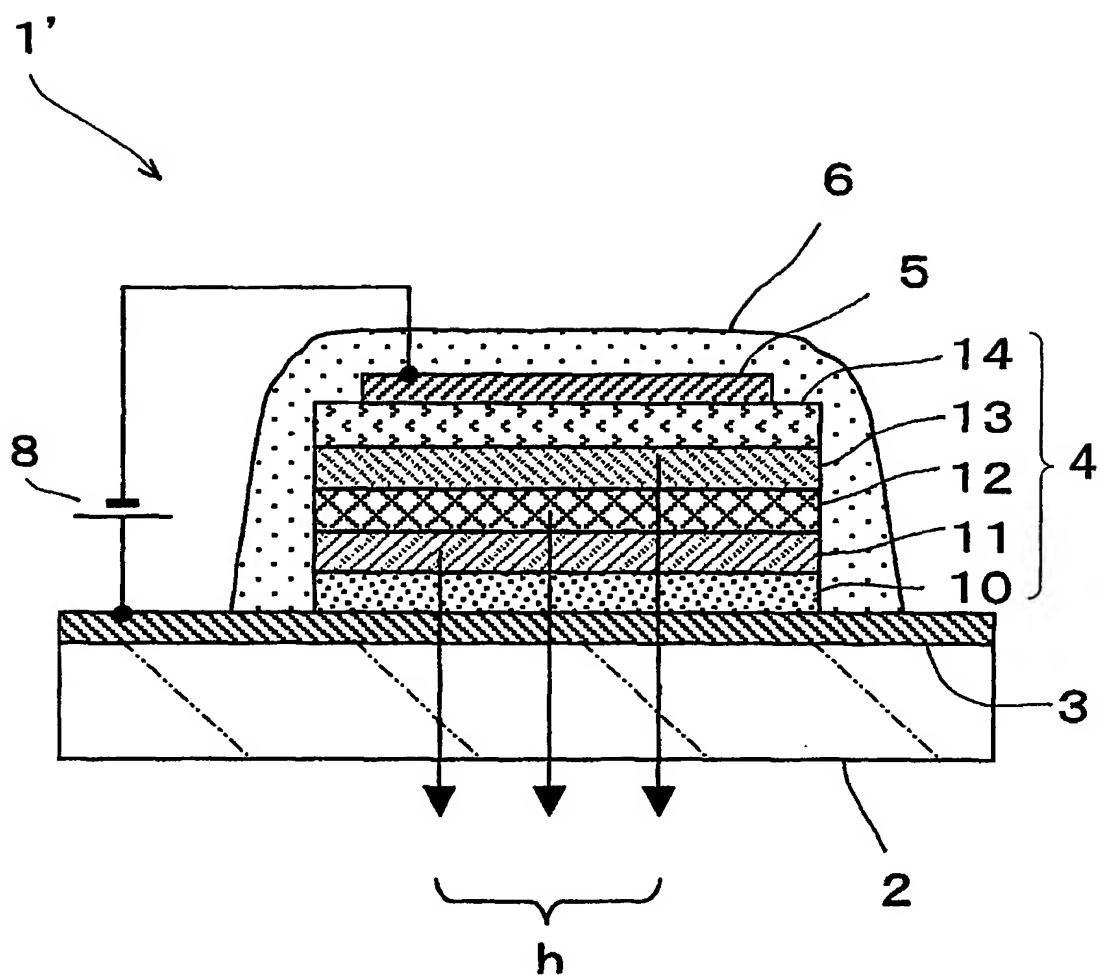


Fig.2

3/4

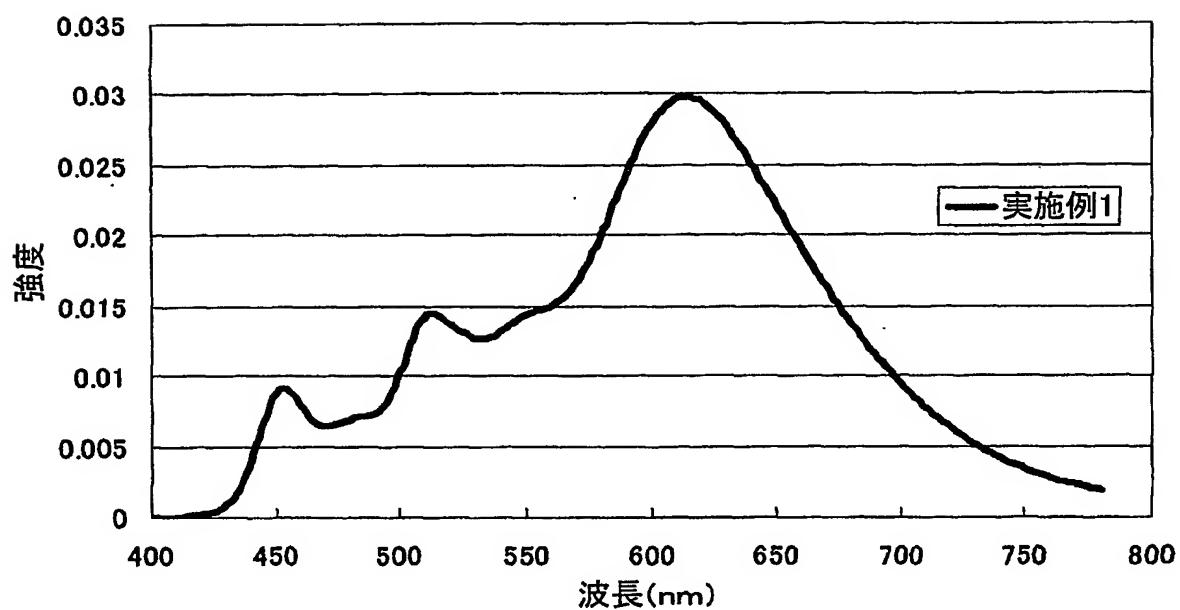


Fig.3

4/4

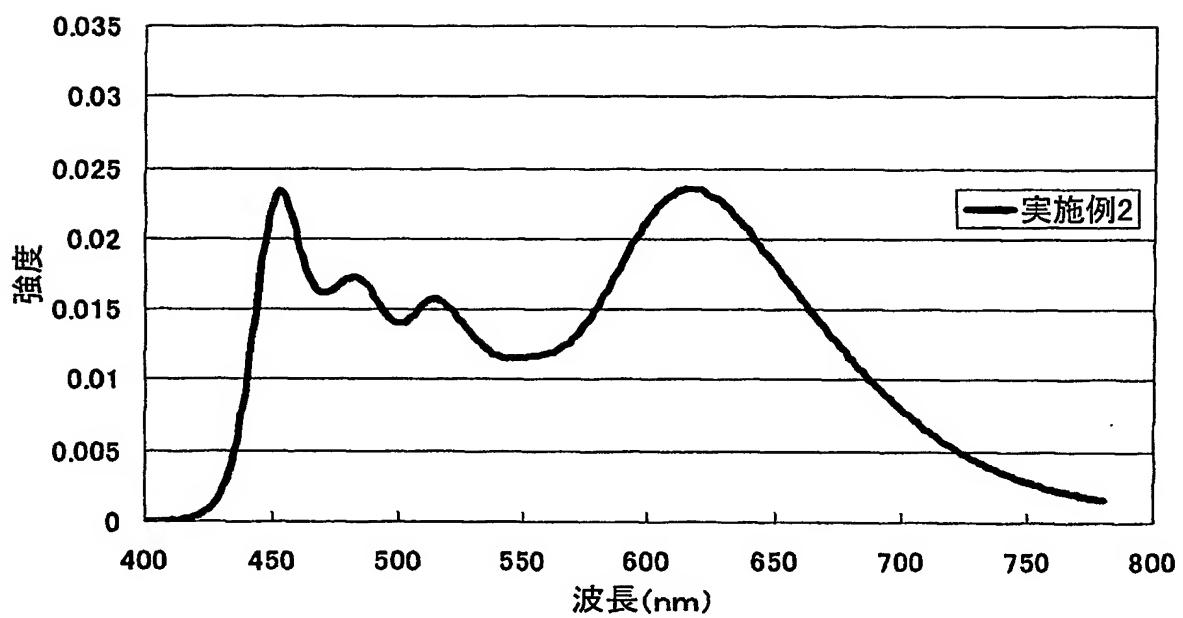


Fig.4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011807

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.C1<sup>7</sup> H05B33/12, H05B33/14, H05B33/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1<sup>7</sup> H05B33/00-33/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 10-3990 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 06 January, 1998 (06.01.98), Par. Nos. [0005] to [0007], [0012] to [0018]; Fig. 1 (Family: none)	1-5, 7-8 6
Y A	JP 2000-58264 A (Denso Corp.), 25 February, 2000 (25.02.00), Par. Nos. [0054] to [0057] (Family: none)	1-5, 7-8 6
Y	JP 8-78163 A (Chemipro Kasei Kaisha, Ltd.), 22 March, 1996 (22.03.96), Par. Nos. [0010] to [0013]; Fig. 2. (Family: none)	2-5, 7-8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 January, 2005 (19.01.05)Date of mailing of the international search report  
01 February, 2005 (01.02.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' H05B33/12, H05B33/14, H05B33/22

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' H05B33/00-33/28

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-3990 A (出光興産株式会社) 1998.01.06 【0005】-【0007】、【0012】-【0018】、 図1 (ファミリー無し)	1-5, 7-8
A		6

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

19. 01. 2005

## 国際調査報告の発送日

01. 2. 2005

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官(権限のある職員)

森内 正明

2V 3208

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2000-58264 A (株式会社デンソー) 2000.02.25	1-5, 7-8
A	【0054】-【0057】 (ファミリー無し)	6
Y	JP 8-78163 A (ケミプロ株式会社) 1996.03.22 【0010】-【0013】、図2 (ファミリー無し)	2-5, 7-8